

**CLIPPEDIMAGE= JP409145965A**  
**PAT-NO: JP409145965A**  
**DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09145965 A**  
**TITLE: OPTICAL MODULE AND ITS MANUFACTURE**

**PUBN-DATE: June 6, 1997**

**INVENTOR-INFORMATION:**

**NAME**

**SASAKI, HIROYASU**

**MOGI, TOSHIYUKI**

**KIKUCHI, SATORU**

**TAKAHASHI, RYUTA**

**SHISHIKURA, MASATO**

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

**NAME**

**COUNTRY**

**HITACHI LTD**

**N/A**

**HITACHI CABLE LTD**

**N/A**

**APPL-NO: JP07304157**

**APPL-DATE: November 22, 1995**

**INT-CL\_(IPC): G02B006/42; H01S003/18**

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To mount an optical element at an accurate position on a substrate by projecting light which is transmitted through a substrate and an optical element and detecting a positioning marker, and positioning the projection part of the optical element on a light guide on the substrate.

**SOLUTION:** A laser diode(LD) 1 and the base material of the substrate 10 are both transparent to infrared light, the positioning markers 5 and 14 of the both are both formed out of conductive films of the same metal as the metal of an electrode, and the top surface side of the LD1 or the reverse surface side of the substrate 10 is irradiated with the infrared light, so that transmission images of the infrared light as to the positioning markers 5 and 14 can be detected with high resolution. According to the detected image signals, the projection part of the optical element is positioned at the light guide 12 formed on the substrate 10 and an upper electrode 4 formed on the joined surface of the optical element and a lower electrode 13 formed on the joined surface on the substrate 10 are joined together.

**COPYRIGHT: (C)1997,JPO**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-145965

(43)公開日 平成9年(1997)6月6日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

### 技術表示箇所

G O 2 B 6/42

G 0 2 B 6/42

H01S 3/18

H01S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平7-304157

(22)出願日 平成7年(1995)11月22日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72)発明者 佐々木 博康

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 茂木 俊行

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式  
会社日立製作所生産技術研究所内

(74)代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

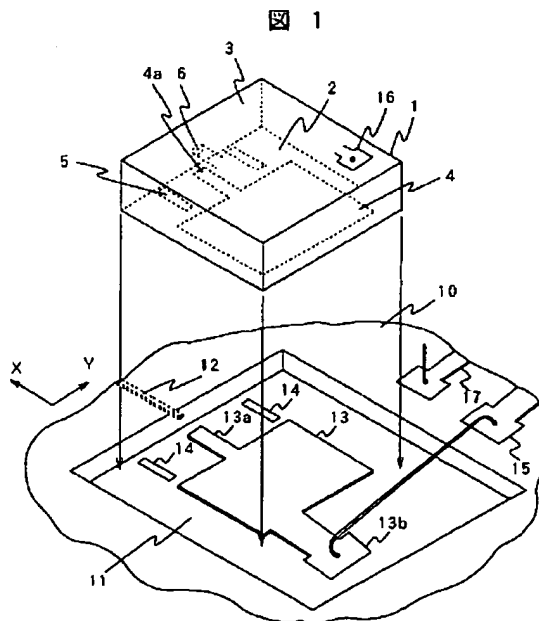
**最終頁に続く**

(54) 【発明の名称】 光モジュール及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】本発明の目的は、光素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して正確に位置が合わせられて光素子を基板上に接合搭載された光モジュールを製造できるようにした光モジュールの製造方法を提供することにある。

【解決手段】本発明は、基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に形成された第1の位置合わせマーカーと光素子の接合面上に形成された第2の位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上に形成された光導波路に対して位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に形成された第1の位置合わせマーカと光素子の接合面上に形成された第2の位置合わせマーカとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上に形成された光導波路に対して位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法。

【請求項2】基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる互いに重ならないように基板の接合面上に形成された第1の位置合わせマーカと光素子の接合面上に形成された第2の位置合わせマーカとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上に形成された光導波路に対して位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法。

【請求項3】基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された第1の2次元位置合わせマーカと光素子の接合面上に下側電極から離して形成された第2の2次元位置合わせマーカとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上の形成された光導波路に対して2次元に位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法。

【請求項4】基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された第1の2次元位置合わせマーカと光素子の接合面上に下側電極から離して前記第1の2次元位置合わせマーカと重ならないように形成された第2の2次元位置合わせマーカとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上の形成された光導波路に対して2次元に位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法。

【請求項5】基板および光素子を透過する光を前記基板

の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された複数の第1の長方形位置合わせマーカと光素子の接合面上に下側電極から離して形成された複数の第2の長方形位置合わせマーカとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上の形成された光導波路に対して2次元に位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法。

【請求項6】基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された複数の第1の長方形位置合わせマーカと光素子の接合面上に下側電極から離して前記複数の第1の長方形位置合わせマーカと重ならないように形成された複数の第2の長方形位置合わせマーカとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上の形成された光導波路に対して2次元に位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法。

【請求項7】光導波路を有し、第1の接合面上に下側電極を形成し、該下側電極から離して対称軸を前記光導波路の光軸と平行にして透過光学画像に基づいて位置合わせするための第1の2次元位置合わせマーカを前記第1の接合面上に形成した基板と、出射部または出射部を有し、第2の接合面上に上側電極を形成し、該上側電極から離して対称軸を前記出射部または出射部の光軸と平行にして前記第1の2次元位置合わせマーカと重ならないような透過光学画像光に基づいて位置合わせするための第1の2次元位置合わせマーカを前記第2の接合面上に形成した光素子とを備え、前記基板の第1の接合面上の上側電極と前記光素子の第2の接合面上の下側電極との間において接合して構成したことを特徴とする光モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板上にレーザーダイオード(LD)やホトダイオード(PD)等の光素子を位置合わせして組立(接合搭載)して光モジュールを製造する光モジュールの製造方法および基板上に光素子を接合搭載して構成した光モジュールに関する。

## 【0002】

【従来の技術】光モジュールを組立(接合搭載)する光モジュールの製造方法における基板上への光素子の位置決め搭載方法として、1994年信学全春期大C-29

2「画像認識によるLD位置決め実装方式」(第1の従来技術)に記載されている方法が知られている。この第1の従来技術は、LDとSi基板の光路をはさんで2個の円形のマーカーをホトリソグラフィーによるパターンニングで設けて、双方のマーカー(いれこになっており、片方のマーカーの影がもう一方のくり抜き穴にはまる構成となっている。)を赤外線画像で検出して位置ずれを測定して、位置合わせを行うものである。この方式では画像検出の分解能を補うため、それぞれのマーカーの面積重心を計算して位置ずれを算出している。また特開平

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記いずれの従来技術においても、マーカーがいれこであるため、初期位置のずれが大きいと、発光素子側のマーカーが基板側のマーカーの外側と重なり、発光素子側のマーカーの検出が困難となって、位置測定に支障を来すことが生じる。そして、片側のマーカー対に重なり合いがない場合でも、方向のずれが検出できないため、位置合わせ作業は続行できない。

【0004】本発明の目的は、上記課題を解決すべく、光素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して正確に位置が合わせられて光素子を基板上に接合搭載された光モジュールを製造できるようにした光モジュールの製造方法を提供することにある。また本発明の他の目的は、基板側の位置合わせマーカーと光素子側の位置合わせマーカーとの間において、初期位置のずれが大きくても透過光学画像に基づいて高精度の位置合わせを可能にして、光素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して正確に位置が合わせられて光素子を基板上に接合搭載された光モジュールを製造できるようにした光モジュールの製造方法を提供することにある。また本発明の他の目的は、光素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して正確に位置が合わせられて光素子を基板上に接合搭載されて構成された光モジュールを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に形成された第1の位置合わせマーカーと光素子の接合面上に形成された

第2の位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上に形成された光導波路に対して位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法である。また本発明は、基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる互いに重ならないように基板の接合面上に形成された第1の位置合わせマーカーと光素子の接合面上に形成された第2の位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上に形成された光導波路に対して位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法である。

【0006】また本発明は、基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された第1の2次元位置合わせマーカーと光素子の接合面上に下側電極から離して形成された第2の2次元位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上の形成された光導波路に対して2次元に位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法である。また本発明は、基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された第1の2次元位置合わせマーカーと光素子の接合面上に下側電極から離して前記第1の2次元位置合わせマーカーと重ならないように形成された第2の2次元位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上の形成された光導波路に対して2次元に位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法である。

【0007】また本発明は、基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された複数の第1の長方形位置合わせマーカーと光素子の接合面上に下側電極から離して形成された複数の第2の長方形位置合わせマーカーとの

5

画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上の形成された光導波路に対して2次元に位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法である。また本発明は、基板および光素子を透過する光を前記基板の表面側または裏面側から照射し、前記基板および光素子を通して得られる基板の接合面上に上側電極から離して形成された複数の第1の長方形位置合わせマーカーと光素子の接合面上に下側電極から離して前記複数の第1の長方形位置合わせマーカーと重ならないように形成された複数の第2の長方形位置合わせマーカーとの画像信号を検出し、この検出された画像信号に基づいて前記光素子における出射部または出射部を前記基板上の形成された光導波路に対して2次元に位置合わせして、前記光素子の接合面に形成された上側電極と前記基板上の接合面に形成された下側電極との間において接合して光モジュールを製造することを特徴とする光モジュールの製造方法である。

【0008】また本発明は、光導波路を有し、第1の接合面上に下側電極を形成し、該下側電極から離して対称軸を前記光導波路の光軸と平行にして透過光学画像に基づいて位置合わせするための第1の2次元位置合わせマーカーを前記第1の接合面上に形成した基板と、出射部または出射部を有し、第2の接合面上に上側電極を形成し、該上側電極から離して対称軸を前記出射部または出射部の光軸と平行にして前記第1の2次元位置合わせマーカーと重ならないような透過光学画像光に基づいて位置合わせするための第1の2次元位置合わせマーカーを前記第2の接合面上に形成した光素子とを備え、前記基板の第1の接合面上の上側電極と前記光素子の第2の接合面上の下側電極との間において接合して構成したことを特徴とする光モジュールである。

【0009】また本発明は、光軸に平行な複数の長方形からなる基板側の位置合わせマーカーの間隔を、光軸に平行な複数の長方形からなる光素子側の位置合わせマーカーの間隔よりも互いに重ならないように広くまたは狭くして、各位置合わせのマーカーを基板の接合面上および光素子の接合面上の各々に形成したことを特徴とする。また本発明は、レーザーダイオード(LD)やホトダイオード(PD)等の光素子において、接合面上に電極と離して形成する位置合わせマーカーの一方の端部を、特に光の出射または入射する面と一致させることを特徴とする。また本発明は、多数の光素子を作り込むウエハ上において、隣接する光素子間でこの光素子の分離線を越えて二つの光素子にまたがるように2次元の例えば長方形の位置合わせマーカーを設けることを特徴とする。

【0010】以上説明したように、本発明によれば、光

6

素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して正確に位置が合わせられて光素子を基板上に接合搭載された光モジュールを製造することができる効果を奏する。また本発明によれば、基板側の位置合わせマーカーと光素子側の位置合わせマーカーとの間において、初期位置のずれが大きくても透過光学画像に基づいて高精度の位置合わせを可能にして、光素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して正確に位置が合わせられて光素子を基板上に接合搭載された光モジュールを製造することができる効果を奏する。また本発明によれば、光素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して正確に位置が合わせられて光素子を基板上に接合搭載されて構成された光モジュールを実現することができる。また本発明によれば、レーザーダイオード(LD)やホトダイオード(PD)等の光素子において、レーザー光が出射または入射する端面は壁開によって形成されるため、この壁開面の位置はホトリソグラフィなどによる薄膜構造に対し $\pm 30 \mu\text{m}$ 程度、精度の良い場合で $\pm 10 \mu\text{m}$ 程度の位置ばらつきを生じたとしても、光素子における出射部または出射部を基板上の形成された光導波路に対して光軸及び光軸と直角方向について正確に位置合わせが行われるので、基板上の光導波路と光素子における出射部または出射部との間における光結合損失をなくし、光モジュールとして大幅な性能向上を図ることができる。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】本発明に係る実施の形態について図面を用いて説明する。ところで、光素子として、レーザーダイオード(LD)やホトダイオード(PD)の各々と両方が形成されたものとがある。

【0012】図1は、本発明に係る光モジュールの一実施例における組立構成を示す斜視図である。図2は、本発明に係る光モジュールの一実施例における組立時の上面図で、説明のためにマーカーと電極も破線で示している。即ち、光素子の内LD1を、基板(一部分のみ図示)10のLD搭載ビット11に搭載する構成となっている。LD1の接合面2には、上側電極4が形成され、この上側電極4と離して位置合わせ用の複数の本長方形状(直線状成分が2軸方向に有する形状)のマーカー5が形成される。レーザー光の出射はLD1の出射部(活性領域)6からなされる。即ち、LD1の出射部(活性領域)6から出射されるレーザー光の光軸を図2に一点鎖線7で示す。基板10にはレーザー光を導く光導波路12があり、LD1の出射レーザー光は、この光導波路12に入射する。即ち、基板10上の光導波路12とLD1からのレーザー光の出射部とは光結合される。また基板10の接合面上に形成された下側電極13は、LD1の接合面2上に形成された上側電極4との間において、例えばAu/Sn等の接合材にて接合接続される。

【0013】そして、位置合わせ用の複数本の長方形のマーカー5における長手方向の直線成分は、上記LD1の出射部（活性領域）6の光軸7に対して平行で、且つ対称に上側電極4から離して形成している。なおレーザーの出射は、複数本のマーカー5にはさまれた上側電極4の細長く飛び出た部分4aのすぐ上の部分6からなされる。基板10のLD搭載ビット11内の接合面上にも、下側電極13と離して複数本の長方形（直線成分が2軸方向に有する形状）のマーカー14を形成している。そして、位置合わせ用の複数本の長方形のマーカー14における長手方向の直線成分は、上記光導波路12の光軸に対して平行で、且つ対称に下側電極13から離して形成している。そして図2に示すように、位置合わせ用のマーカー14と位置合わせ用のマーカー5とは、基板10とLD1との間において相当位置ずれが生じていても互いに重ならないように基板10およびLD1の各々の接合面上に電極と離して配置されている。なお、双方の位置合わせ用のマーカー5、14は、必ずしも光軸を中心として対称に配置する必要はない。その場合、複数本の位置合わせ用のマーカー5、14の対称軸が、光軸からシフトすることになる。しかし、このシフト量は予め定まっているので、位置合わせの際この決められたシフト量を補正することによって基板10上の光導波路12とLD1の出射部と位置合わせすることができる。

【0014】ところで、LD1の基材の材質はInPを主成分とし、基板10の基材の材質はSiで形成されているため、赤外光に対して透明である。一方、双方の位置合わせ用のマーカー5、14は、各接合面に金属の導電膜を成膜して、エッチング加工で電極と同時に形成される。そして、基板10上の光導波路12は、エッチング加工された位置合わせ用のマーカー14を基準にしてサブミクロンの高精度に形成される。LD1は、ウエハ状態でウエハ上に形成された基準マークを基準にしてLD素子構成を形成した後、接合面2に金属の導電膜を形成してウエハ上に形成された基準マークを基準にして上側電極4及び位置合わせ用のマーカー5をエッチング加工で形成する。従って、LD1において、位置合わせ用のマーカー5はレーザー光の出射部6を基準にしてサブミクロンの高精度に形成されることになる。このようにLD1および基板10の基材は、共に赤外光に対して透明であり、しかも双方の位置合わせ用のマーカー5、14は共に電極と同じ金属の導電膜で形成されているので、赤外光をLD1の表面側または基板10の裏側から照明することにより、双方の位置合わせ用のマーカー5、14についての赤外光による透過画像を検出器37により明瞭に、即ち高解像度で認識することができる。

【0015】そして、LD1の接合面2の上側電極4または基板10の接合面2の下側電極13上にはAu/Sn等の接合材膜（接合材層）が形成される。次にLD1

を、基板10のLD搭載ビット11に接合搭載して組立て製造することについて説明する。図3には、組立装置の概略構成を示す。まず上記の如く製造された基板10を、例えばX、Y微動ステージ31上に位置決めして載置する。他方上記の如く製造されて位置決めされたLD（発光素子）1を例えば搬送アーム32の先に設けられたチャック33で吸着して上記基板10のLD搭載ビット11内に搬送して停止させて基板10の接合面（下側電極13が形成された面）とLD1の接合面2（上側電極4が形成された面）とを軽く接触させるかまたは僅かな間隙が生じるように対向させる。次に赤外光光源34から出射された赤外光を集光レンズ35により集光させて平行光で基板10の裏側から照射し、透過光に基づく位置合わせ用のマーカー5、14の像をNAが0.3～0.4程度で、倍率が15～30倍程度の顕微鏡用対物レンズ36で拡大して結像させ、この結像した位置合わせ用のマーカー5、14の画像を検出器（TVカメラ等の2次元イメージセンサ）37で受光して位置合わせ用のマーカー5、14の画像信号を得ることができる。

【0016】そして、CPU38は、上記検出器37から得られる位置合わせ用のマーカー5、14の画像信号（図4にはY方向の一走査線の画像信号46を示す。図5にはあるマーカー上のX方向の一走査線の画像信号51を示す。）に基づいて各位置合わせ用のマーカー5、14における各長方形形状に対してY方向及びX方向の多数のエッジの位置座標を算出し、算出された各長方形形状の多数個のエッジ位置座標に対して直線近似を行うことで、精度よく各マーカー5、14における各長方形形状に対してY方向及びX方向の平均的なエッジ位置を算出し、これら算出された各長方形形状のY方向及びX方向の平均的なエッジ位置から、各位置合わせ用のマーカー5、14のY方向の中心位置 $y_5$ 、 $y_{14}$ からY方向の位置ずれ $\Delta y = (y_5 - y_{14})$ を算出すると共に各位置合わせ用のマーカー5、14における各長方形形状のX方向の中心位置 $x_{5a}$ 、 $x_{5b}$ 、 $x_{14a}$ 、 $x_{14b}$ からX方向の位置ずれ $\Delta x = ((x_{5a} + x_{5b}) / 2 - (x_{14a} + x_{14b}) / 2)$ を算出する。また回転ずれ $\Delta \theta = \tan^{-1}((x_{14a} - x_{14b}) / L_{14} - \tan^{-1}((x_{5a} - x_{5b}) / L_5))$ によって算出することができる。上記説明では、CPU38は各位置合わせ用のマーカー5、14から得られる画像信号（図4にはY方向の一走査線の画像信号46を示す。図5にはあるマーカー上のX方向の一走査線の画像信号51を示す。）から長方形形状のマーカーのエッジ座標を算出してからY方向の位置ずれ $\Delta y = (y_5 - y_{14})$ およびX方向の位置ずれ $\Delta x = ((x_{5a} + x_{5b}) / 2 - (x_{14a} + x_{14b}) / 2)$ を算出したが、画像信号に対してある座標において折り返してその信号の一致度を調べて一致度が最小の座標をY方向の中心位置 $y_5$ 、 $y_{14}$ およびX方向の中心位置 $x_{5a}$ 、 $x_{5b}$ 、 $x_{14a}$ 、 $x_{14b}$ とし（折り返しパターンマッチング方式）、これからY方

向の位置ずれ $\Delta y = (y5 - y14)$ およびX方向の位置ずれ $\Delta x = ((x5a + x5b) / 2 - (x14a + x14b) / 2)$ を算出しても良い。ところで、光軸7と直角方向(Y方向)には高い位置合わせ精度が得られれば、光軸7方向(X方向)には比較的低い位置合わせ精度でも基板10上の光導波路12とLD1からのレーザ光の出射部との間において光結合損失のない光結合を実現することができる。そこで、マーカーとして長方形形状に限定されるものではないが、Y方向のエッジ座標データがより多く得られるようにX方向を向いた直線成分が多くとれるようにマーカーとして長方形形状またはこの長方形形状に類似した形成をとることにした。即ち、マーカーにおいて長方形形状にしたのは、長辺側においてより多くの走査線によるエッジ座標データが得られ、その結果Y方向には高精度の位置算出が可能となるためである。一般にこのようなLD素子1の搭載では、光軸7方向(X方向)の位置合わせ精度は緩く、光軸7と垂直方向(Y方向)は厳しい。長方形形状マーカーはこの必要な位置合わせ精度にも合致させることができ、位置合わせに都合がよい。

【0017】たとえば、マーカーを検出するための光学系に、NA=0.35で倍率20倍の顕微鏡用対物レンズ36を用い、観察するときの赤外線波長を約1.3 $\mu\text{m}$ とすると光学系の解像度は約2.6 $\mu\text{m}$ となる。検出器37も含めたCPUの画像処理系38における画素サイズを0.9 $\mu\text{m}$ とし、光軸垂直方向の必要精度を0.3 $\mu\text{m}$ とすると約84個のエッジ位置データを用いれば、必要精度の確保が可能となる。ちなみに84個のエッジデータを得るためのマーカーの長さは76 $\mu\text{m}$ である。位置検出に伴う誤差には、像のボケや像歪があるがここでは省略する。マーカーは2本の場合、光軸7と平行なエッジは4本となるので、マーカーの長さの4倍のエッジデータを用いることが可能であり、長さ50ないし100 $\mu\text{m}$ 程度のマーカーで十分な精度が得られる。一方光軸方向の必要精度を2.5 $\mu\text{m}$ とすると、光軸と垂直な辺での2個のエッジデータがあれば良い。このように、長方形のマーカーは必要とするデータの個数に合わせた形状とすることが可能であり、画像処理に適切である。また長辺が光軸と平行であるため、エッジ位置データからの直線近似結果から、光軸方向をも精度良く補正することが可能となる。

【0018】また上記に説明したように、基板10側の2本のマーカー14の間隔は、LD1のマーカー5の間隔より広くして形成してあるので、原理的に2組のマーカーが同時に重なり合うことはない。従って、初期の位置ずれが大きくて、片方のマーカーが重なっても、もう一方のマーカーで位置検出可能である。また片方のマーカー同士の間隔はLDの初期位置誤差よりも広くしておくことで、マーカーの重なりを極力生じないようにすることができる。一般にLD1を搭載する装置において、

ブリアライメントを行うことでこの初期の位置誤差は10ないし20 $\mu\text{m}$ 程度とすることが可能である。したがって、LDと基板の双方のマーカーの間隔は20 $\mu\text{m}$ を越える程度とすると良い。なお、基板側のマーカーの間隔をLD側マーカーより広い場合で説明したが、これは反対であっても良い。次に、CPU38は、算出されたY方向の位置ずれ $\Delta y$ およびX方向の位置ずれ $\Delta x$ に基づいて、X、Y微動ステージ31を駆動する駆動手段40の駆動回路39を駆動制御して、X、Y微動ステージ31を微動させて基板10のX、Y方向の位置を補正してチャック33に吸着されたLD1に対して、基板10は位置合わせされる。回転方向についても位置ずれ量が仕様を満足せず、位置合わせする必要がある場合には、回転ずれ $\Delta \theta$ に基づいても補正をする。上記実施例では、X、Y微動ステージ31を微動させて基板10の位置を補正する方式について説明したが、搬送アーム32またはチャック33に微動ステージを備えてLD1をX、Y方向に微動させても良い。

【0019】次にチャック33またはX、Y微動ステージ31をZ方向に微動させて接合材膜が形成された状態でLD1の接合面2に形成された上側電極4と基板10の接合面に形成された下側電極13とを密着させる。次にレーザ光を照射加熱などの手段により接合材を加熱してLD1は基板10のLD搭載ビット11に接合搭載して組立られる。次に、基板10のLD搭載ビット11内の下側電極13の端子13bと基板10上に形成された端子15との間でワイヤボンディングによって接続し、更にLD1に形成された端子16と基板10上に形成された端子17との間でワイヤボンディングによって接続する。これによって光モジュールが完成する。この光モジュールの組立に当たっては、LD1の出射レーザ光が基板10の導波路11に入射するようにLD1の位置合わせ用のマーカー5と基板10の位置合わせ用のマーカー14との位置を上記した如く透過画像で検出し、サブミクロンオーダーで相対的な位置ずれを算出し、この算出されたサブミクロンオーダーでの相対的な位置ずれを補正して、LD1を基板10に接合搭載して固定することにより、基板10上の光導波路12とLD1からのレーザ光の出射部との間においてサブミクロンオーダーの精度で位置合わせすることが可能となり、光結合損失の少ない光結合を実現することができる。

【0020】以上説明した実施例は、基板上に搭載する光素子としてレーザダイオード(LD)のみを用いて説明したが、ホトダイオードやほかの機能の光素子であっても適用は可能である。即ち、上記実施例において、LD1の代わりにホトダイオード(PD)にしても、同様に基板10上の光導波路12とPDへのレーザ光の入射部との間において光結合損失の少ない光結合を実現して基板10上にPDを接合搭載して組立ることができる。また図6には、光素子1'としてレーザダイオ



11

ドおよびホットダイオードが組み込まれた場合を示したものである。光素子1'において、図6に示す手前側はLDで、奥側はPDで構成される。18はPDに入射するレーザ光の入射部を示す。19は接合面2に形成されたPDにおける上側電極を示す。5'は、図1及び図2に示す位置合わせ用のマーカ-5と同様に、光素子1'の接合面2に上側電極4、19から離して長手方向をX方向（光軸方向）に向けた複数の長方形形状をした位置合わせ用のマーカ-である。この位置合わせ用のマーカ-5'は、出射部6および入射部18を基準にして0.02μm以下の高精度でエッチング加工により形成されているものとする。

【0021】11'は基板10'上に形成された光素子搭載ビットである。20は基板10'上に設けられたレーザ光が送られてくる光導波路である。21は光素子搭載ビット11'内に接合面に形成されたPDに対する下側電極である。14'は図1及び図2に示す位置合わせ用のマーカ-14と同様に、基板10'の接合面に下側電極13、21から離して長手方向をX方向（光軸方向）に向けた複数の長方形形状をした位置合わせ用のマーカ-である。光導波路12および光導波路18は、位置合わせ用のマーカ-14'を基準にして0.02μm以下の高精度で基板10'上に設けられるものとする。

【0022】そして上記基板10'上に設けられた光導波路12と光導波路18とはその先で光分岐回路（図示せず）に接続され、更にその先は光ファイバ（図示せず）に接続される。次に図1及び図2に示す実施例と同様に、光素子1'を、基板10'の光素子搭載ビット11'に接合搭載して組立て製造することについて説明する。図3には、組立装置の概略構成を示す。まず上記の如く基板10と同様に製造された基板10'を、例えばX、Y微動ステージ31上に位置決めして載置する。他方上記の如くLD1と同様に製造されて位置決めされた光素子1'を例えば搬送アーム32の先に設けられたチャック33で吸着して上記基板10'の光素子搭載ビット11'内に搬送して停止させて基板10'の接合面（下側電極13および21が形成された面）と光素子1'の接合面（上側電極4および19が形成された面）とを軽く接触させるかまたは僅かな間隙が生じるように対向させる。次に赤外光源34から出射された赤外光を集光レンズ35により集光させて平行光で基板10'の裏側から照射し、透過光に基づく位置合わせ用のマーカ-5'、14'の像をNAが0.3〜0.4程度で、倍率が15〜30倍程度の顕微鏡用対物レンズ36で拡大して結像させ、この結像した位置合わせ用のマーカ-5'、14'の画像を検出器（TVカメラ等の2次元イメージセンサ）37で受光して位置合わせ用のマーカ-5'、14'の画像信号を得ることができる。

【0023】そして、CPU38は、上記検出器37から得られる位置合わせ用のマーカ-5'、14'の画像

12

信号（図4にはY方向の一走査線の画像信号46を示す。図5にはあるマーカ-上のX方向の一走査線の画像信号51を示す。）に基づいて各位置合わせ用のマーカ-5'、14'における各長方形形状に対してY方向及びX方向の多数のエッジの位置座標を算出し、算出された各長方形形状の多数個のエッジ位置座標に対して直線近似を行うことで、精度よく各マーカ-5'、14'における各長方形形状に対してY方向及びX方向の平均的なエッジ位置を算出し、これら算出された各長方形形状のY方向及びX方向の平均的なエッジ位置から、各位置合わせ用のマーカ-5'、14'のY方向の中心位置y5、y14からY方向の位置ずれ $\Delta y = (y5 - y14)$ を算出すると共に各位置合わせ用のマーカ-5'、14'における各長方形形状のX方向の中心位置x5a、x5b；x14a、x14bからX方向の位置ずれ $\Delta x = ((x5a + x5b) / 2 - (x14a + x14b) / 2)$ を算出する。また回転ずれ $\Delta \theta = \tan^{-1}((x14a - x14b) / (y5 - y14)) - \tan^{-1}((x5a - x5b) / (y5 - y14))$ によって算出することができる。上記説明では、CPU38は各位置合わせ用のマーカ-5'、14'から得られる画像信号（図4にはY方向の一走査線の画像信号46を示す。図5にはあるマーカ-上のX方向の一走査線の画像信号51を示す。）から長方形形状のマーカ-のエッジ座標を算出してからY方向の位置ずれ $\Delta y = (y5 - y14)$ およびX方向の位置ずれ $\Delta x = ((x5a + x5b) / 2 - (x14a + x14b) / 2)$ を算出したが、画像信号に対してある座標において折り返してその信号の一致度を調べて一致度が最小の座標をY方向の中心位置y5、y14およびX方向の中心位置x5a、x5b；x14a、x14bとし（折り返しパターンマッチング方式）、これからY方向の位置ずれ $\Delta y = (y5 - y14)$ およびX方向の位置ずれ $\Delta x = ((x5a + x5b) / 2 - (x14a + x14b) / 2)$ を算出しても良い。

【0024】次に、CPU38は、算出されたY方向の位置ずれ $\Delta y$ およびX方向の位置ずれ $\Delta x$ に基づいて、X、Y微動ステージ31を駆動する駆動手段40の駆動回路39を駆動制御して、X、Y微動ステージ31を微動させて基板10'のX、Y方向の位置を補正してチャック33に吸着された光素子1'に対して、基板10'は位置合わせされる。41はX、Y微動ステージの変位を検出する変位検出器またはレーザ測長器である。従って、駆動回路39において駆動手段40を駆動制御してX、Y微動ステージ31を微動させる際、変位検出器またはレーザ測長器41から検出されるX、Y微動ステージの変位情報をフィードバックさせるためである。その必要がない場合には、変位検出器またはレーザ測長器41は不要となる。ところで回転方向についても位置ずれ量が仕様を満足せず、位置合わせする必要がある場合には、回転ずれ $\Delta \theta$ に基づいても補正をする。上記実施例では、X、Y微動ステージ31を微動させて基板10'の位置を補正する方式について説明したが、搬送アーム3

13

2またはチャック33に微動ステージを備えてLD1をX、Y方向に微動させても良い。

【0025】次にチャック33またはX、Y微動ステージ31をZ方向に微動させて接合材膜が形成された状態で光素子1'の接合面に形成された上側電極4および19と基板10'の接合面に形成された下側電極13および21とを密着させる。次にレーザ光を照射加熱などの手段により接合材を加熱して光素子1'は基板10'の光素子搭載ビット11'に接合搭載して組立られる。これにより、基板10'上の光導波路12および20と光素子1'におけるレーザ光の出射部6およびレーザ光の入射部18との間において光結合損失のない光結合を実現することができる。次に基板10'の光素子搭載ビット11'内の下側電極13の端子13bと基板10'上に形成された端子15との間でワイヤボンディングによって接続し、更に光素子1'のLDに形成された端子16と基板10'上に形成された端子17との間でワイヤボンディングによって接続する。更に基板10'の光素子搭載ビット11'内の下側電極21の端子21bと基板10'上に形成された端子22との間でワイヤボンディングによって接続し、更に光素子1'のPDに形成された端子23と基板10'上に形成された端子24との間でワイヤボンディングによって接続する。これにより光モジュールが完成する。

【0026】図7は、本発明に係るLDの接合面に形成した位置合わせ用のマーカーの他の実施例を示すLDの上面からの透視図である。マーカー5の一边がLD1のレーザ光の出射する端面3までであることが特徴である。これによりマーカーのエッジ位置を測定することで、レーザ光を出射する端面位置を取得することができ、LDの基板搭載時に、基板10の導波路12とLD1との間隔を精度良く位置合わせすることが可能となる。図8は本発明に係るマーカーをウエハ段階で形成することを説明するための図であり、ウエハ全体とその一部拡大図で説明する。ウエハ50には多数の光素子(LD素子)51が作り込まれており、個々の素子分離のための分割線52がある。拡大図で分割線52aはレーザ光の出射する端面または入射する端面に対応し、その両側に光素子51aと51bがある。マーカー線53(5、5')はこの分割線52aを越えてふたつの光素子51aと51bにかけて形成してある。分割線52aに沿って光素子を分離(切断)すると、マーカー線53は光素子51aと51b側に2分され、図1及び図2並びに図6に示すマーカー5、5'となる。このとき、マーカーの端は光素子分割の端面位置と一致して形成される。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、光素子と基板との間でマーカーの位置ずれが大きくても、同時の重なりが生じないため、確実な位置および方向の検出が可能となり、

14

その結果確実で、且つ高精度な光素子の基板への接合搭載による基板上の光導波路と光素子におけるレーザ光の出射部または入射部との間において光結合損失のない光結合を実現した光モジュールを得ることができる効果を奏する。また本発明によれば、光を出射する面の位置を精度良く取得することができるので、光素子に相対する光導波路との間隔を狭くまたはばらつきの少ない量に設定でき、その結果この間隔に起因する光損失を低減またはばらつきを小さくでき、光モジュールの特性を向上させることができる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光モジュールの一実施例を示す組立構成図である。

【図2】本発明に係る光モジュールの一実施例における組立時の上面図である。

【図3】本発明に係る組立装置の一実施例を示す概略構成図である。

【図4】図3に示す検出器で検出される画像信号においてY方向の走査線によって得られる信号波形を示す図である。

【図5】図3に示す検出器で検出される画像信号においてマーカー上のX方向の走査線によって得られる信号波形を示す図である。

【図6】本発明に係る光モジュールの他の実施例を示す組立構成図である。

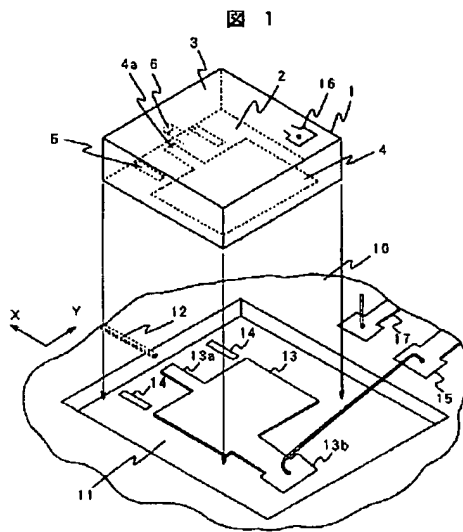
【図7】本発明に係るLDの接合面に形成した位置合わせ用のマーカーの他の実施例を示すLDの上面からの透視図である。

【図8】本発明に係る光素子の接合面に形成する位置合わせ用のマーカーをウエハの状態から作り上げる方法を説明するための図である。

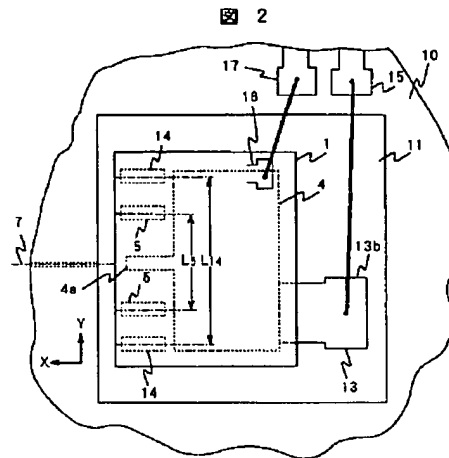
【符号の説明】

1…LD(レーザダイオード)、 1'…光素子、 2…接合面  
3…レーザ光出射端面、 4、19…上側電極  
5、5'…位置合わせ用のマーカー、 6…レーザ光出射部  
7…光軸、 10、10'…基板、 11…LD搭載ビット  
11'…光素子搭載ビット、 12…光導波路、 13、21…下側電極  
14、14'…位置合わせ用のマーカー  
31…X、Y微動ステージ、 32…搬送アーム、 33…チャック  
34…赤外光光源、 35…集光レンズ、 36…顕微鏡用対物レンズ  
37…検出器、 38…CPU、 39…駆動回路、 40…駆動手段  
50…ウエハ、 52…分割線

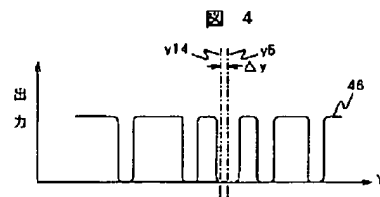
【図1】



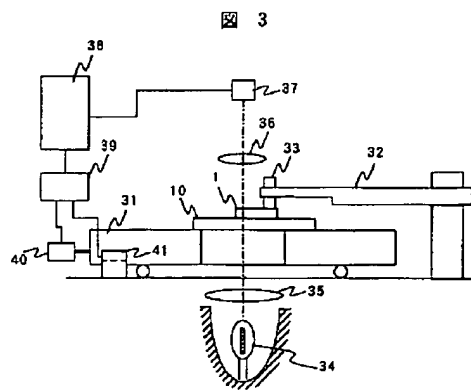
【図2】



【図4】

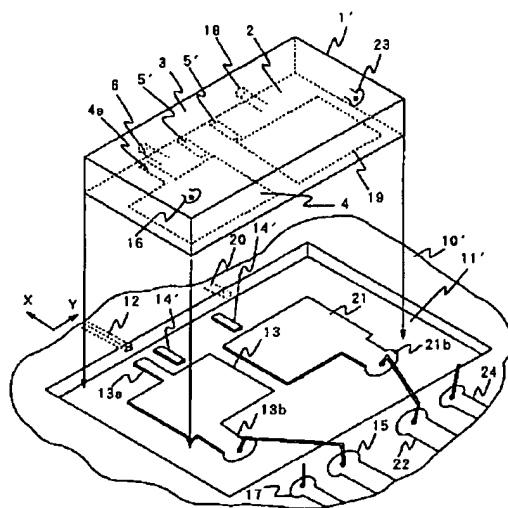


【図3】



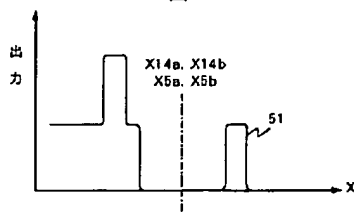
【図6】

図 6



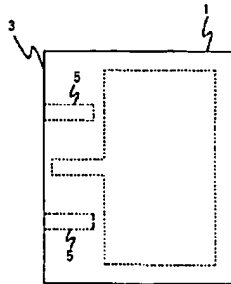
【図5】

図 5



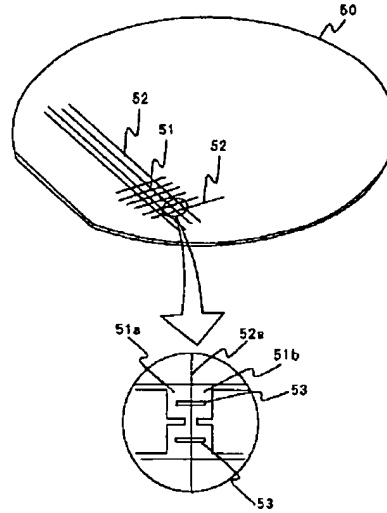
【図7】

図 7



【図8】

図 8



フロントページの続き

(72)発明者 菊池 悟  
埼玉県入間郡毛呂山町旭台15番地日立東部  
セミコンダクタ株式会社内

(72)発明者 高橋 龍太  
茨城県日立市日高町5丁目1番1号日立電  
線株式会社オプトロシステム研究所内

(72)発明者 穴倉 正人  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地株  
式会社日立製作所中央研究所内

**CLIPPEDIMAGE= JP410144998A**  
**PAT-NO: JP410144998A**  
**DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10144998 A**  
**TITLE: MOUNTING STRUCTURE FOR OPTICAL ELEMENT**

**PUBN-DATE: May 29, 1998**

**INVENTOR-INFORMATION:**

**NAME**

**TACHIMORI, MASASHI**

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

**NAME**

**NEC CORP**

**COUNTRY**

**N/A**

**APPL-NO: JP08292699**

**APPL-DATE: November 5, 1996**

**INT-CL\_(IPC): H01S003/18; G02B006/42**

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To mount an optical element with high accuracy and without adjustment of the mounting position of the optical element to the datum plane by performing mounting of the optical element to a substrate in such way as to fuse a connector and bring a projection and the installation face of the optical element into contact with each other after positioning the plane with a mark.

**SOLUTION:** This mounting structure is provided with a pair of first electrodes 5 arranged in the shape of a band long in the direction of an optical axis, so as to contact an optical element and besides at specified intervals with each other on the mounting face 1a. Moreover, this is provided with a pair of second electrodes arranged to counter the first electrodes 5 in a pair at the installation face of the optical element. Then, a plurality of marks 31a are arranged at one part of the first electrode 5, and a plurality of marks are arranged at one part of the second electrode so as to counter each mark 31a, and each mark 31a of the first electrode 5 and each mark of the second electrode are aligned with each other. Then connectors 9 and 18 are fused, and a projection 19 and the installation face of the optical element are brought into contact with each other to mount the optical element to the substrate.

**COPYRIGHT: (C)1998,JPO**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-144998

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月29日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

G 0 2 B 6/42

G 0 2 B 6/42

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-292699

(22) 出願日 平成8年(1996)11月5日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 棚崎 正志

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株

式会社内

(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

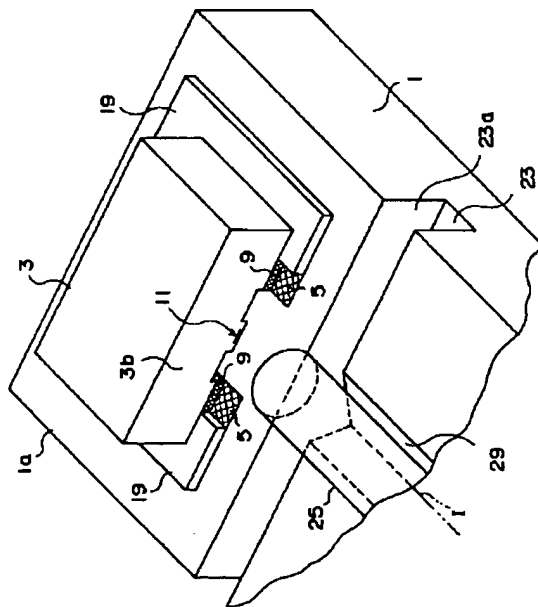
(54) 【発明の名称】 光素子の実装構造

(57) 【要約】

【課題】 光素子を実装面に対し高精度かつ無調整で実装すること。

【解決手段】 光素子3の設置面3aには基板1の実装面1aに配した第1の電極5に対向するよう配した第2の電極7が設けられている。前記第1の電極5及び第2の電極7間にはこれらを接続した複数の第1の接続子9を有している。前記基板1への前記光素子3の実装は、マーク31a、31bにより平面の位置あわせをした後、第1及び第2の接続子9、18を溶融させ突起部19と前記実装面1aを接触させて行う。

【効果】 光素子を高精度かつ無調整で実装することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光軸線に対して平行な仮想線を含む実装面を有している基板と、該基板に実装されとともに前記実装面に対向する設置面を有している光素子とを具備し、前記光素子に接続するよう所定間隔をもって前記実装面上に配した複数の第1の電極と、該第1の電極に一つ一つに対向するよう前記設置面に配した複数の第2の電極と、前記第1の電極及び前記第2の電極間を相互に接続した複数の第1の接続子とを有している光素子の実装構造において、

前記光素子は前記第2の電極に所定間隔をもって前記設置面上に形成した導波路を有し、該導波路の前記設置面の一部には第3の電極が設けられており、前記前記実装面には前記第3の電極に対向する第4の電極が設けられており、前記第3及び第4の電極間を相互に接続した第2の接続子を有し、さらに前記光素子の第2及び第3の電極、前記導波路を除く前記実装面の所定位置には前記設置面を当接して前記光素子を実装するよう突出している突起部を有していることを特徴とする光素子の実装構造。

【請求項2】 請求項1記載の光素子の実装構造において、前記突起部は前記第1の電極の両外側に配されて前記設置面に接触していることを特徴とする光素子の実装構造。

【請求項3】 請求項1記載の光素子の実装構造において、前記設置面には前記第2及び第3の電極間に溝が形成されていることを特徴とする光素子の実装構造。

【請求項4】 光軸線に対して平行な仮想線を含む実装面を有している基板と、該基板に実装されとともに前記実装面に対向する設置面を有している光素子とを具備し、前記光素子に接続するよう所定間隔をもって前記実装面に配した第1の電極と、該第1の電極に対向するよう前記設置面に配した第2の電極と、前記第1の電極及び前記第2の電極間を相互に接続した接続子とを有している光素子の実装構造において、

前記光素子は前記設置面に平行に対向して対向面に第3の電極を有し、前記実装面には前記設置面を当接して前記光素子を実装するよう突出している突起部を有し、前記第2の電極を除く前記設置面に前記突起部が対向して配されていることを特徴とする光素子の実装構造。

【請求項5】 請求項1又は4記載の光素子の実装構造において、前記光素子は前記設置面及び前記光軸線に直角な対向面を有し、前記実装面には前記対向面の近傍で前記対向面に平行なストッパ溝部と、該ストッパ溝部から前記光軸線方向にのびて光伝送部材を位置決めする位置決め溝部とを有し、前記ストッパ溝部は前記光伝送部材の端面の一部を突き当て前記光軸線方向への移動を阻止する溝壁を有していることを特徴とする光素子の実装構造。

【請求項6】 請求項1又は4記載記載の光素子の実装

構造において、前記突起部は複数の突起によって形成されていることを特徴とする光素子の実装構造。

【請求項7】 請求項1又は4記載の光素子の実装構造において、前記突起部は前記実装面に形成した膜であることを特徴とする光素子の実装構造。

【請求項8】 請求項1又は4記載記載の光素子の実装構造において、前記基板はSi基板であり、前記突起部はSiO<sub>2</sub>膜であることを特徴とする光素子の実装構造。

10 【請求項9】 請求項1又は4記載の光素子の実装構造において、前記実装面及び前記設置面のそれぞれには、前記光素子を前記実装面の所定位置に位置決めするための複数のマークが施されていることを特徴とする光素子の実装構造。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は基板上に光素子と光導波路とを実装し光学的な結合を行う光モジュールにおいて、光素子の実装位置を基準面に対し高精度かつ無調整で実装する構造に属するものである。

20

【0002】

【従来の技術】従来の光素子の実装構造における従来技術としては、特開昭63-143890号公報に、光導波路と凹部に設けた電極とを有する光素子実装装置が開示されている。

【0003】光素子実装装置には、図7に示すように、端面発光形の半導体レーザ素子101の活性層102で発光した光を、光素子実装基板106上に形成した光導波路107へ導くため、光導波路107を有する光素子実装基板106に半導体レーザ素子101よりわずかに大きな凹部115を設けている。凹部115上には半導体レーザ素子101上の電極（図示せず）とハンダ部材からなる接続子103とを接続するための電極104aが設けられている。

【0004】また、半導体レーザ素子101の中心近傍部分には半導体レーザ素子101の発光面と光導波路107との光位置が合うような高さを有する凸部105が設けられている。

【0005】この光素子実装装置においては、半導体レーザ素子101が凸部105を跨ぎ、かつ半導体レーザ素子101と凸部105とが付き合った状態で接続子103によって光素子実装基板106に接続される。このためY-Z平面の位置合わせは接続子103の自己整合機能によって行われる。そして、X-Z平面の位置合わせは半導体レーザ素子101と表面の高さ精度を正確に出した凸部105との付き合わせによって行われるので、X-Y-Zの3軸の位置合わせを無調整で行うことができるというものである。

【0006】なお、凸部105の頂面の高さ精度は、RIE (Reactive Ion Etching) 等を

50

用いることによってサブミクロン以下に抑えることができるというものである。

【0007】図8及び図9は上述した光素子実装装置の他の従来技術を示しており、109は光素子実装基板106の凹部115に設けた微小な溝を有する凸部を示す。また、104bは半導体レーザ素子101に設けられている電極である。110は熱伝導性に優れた部材である。即ち、凸部109の頂面が大きく、かつ端面発光形の半導体レーザ素子101の表面と凸部109の頂面との間を熱伝導性に優れた部材で固着する場合、凸部109の頂面上の部材の厚さにバラツキを生じ、X軸方向の高さにバラツキを生じることがある。

【0008】しかし、凸部109の頂点部に微小な溝を設けているので、部材110の厚さにバラツキがあっても端面発光形の半導体レーザ素子自体の重さで熱伝導性に優れた部材110は微小な溝に吸収されるため、X軸方向の高さ精度を維持した状態で接続できるというものである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来の光素子実装装置の構造によると、半導体レーザ素子101と光導波路107の光軸と垂直方向の位置決め精度は凸部115の加工精度と凸部105への実装精度によるものであり、凸部115と半導体レーザ素子101を所定高さ精度で密着させなければならないため、数 $\mu$ m程度の実装精度しか得られないことである。

【0010】また、従来の光素子実装装置の構造では、半導体レーザ素子101の実装をハンダ材料である接続子103に依存している。すなわち、半導体レーザ素子101の中心に位置する凹部115に対してバランス良く配置して、電極104a、104b間を接続子103によって溶融、実装しなければ、半導体レーザ素子101の光軸に対して水平方向の傾き、光軸方向の角度ずれなどが生じてしまい、光導波路107との結合が劣化してしまう。

【0011】そして、接続子103の体積、溶融度、凝固時の応力を正確に管理することは非常に困難であり、接続子103によって高精度に凸部102と半導体レーザ素子101とを密着させることは非常に困難である。

【0012】また、他の従来技術によれば、放熱性を上げるために微小な溝を設けた突部109と半導体レーザ素子101との間に部材110を挿入しているが、部材110の挿入によるこれによる実装精度の劣化は回避できない。たとえ図8及び図9に示すように突部109に溝を設けたところで、半導体レーザ素子101の自重と接続子103の応力によって部材110の厚さを管理し実装精度を確保することは困難である。

【0013】以上のように、この技術による実装精度としては数 $\mu$ m程度が限界であり、多モード光導波路との結合に有効であるが、サブ $\mu$ mの実装精度が必要な単一

モード光導波路との結合に適応できない。

【0014】さらに、従来構造による問題点は信頼性の問題である。その理由は、従来構造による実装では、半導体レーザ素子101の活性層102の直下に実装面が存在するので、活性層102には絶えずストレスが加わった状態で実装されていることになる。高速変調駆動用半導体レーザ、導波路型受光素子、半導体変調器などは僅かなストレスでも容易に破壊されてしまうため、信頼度を要求する光モジュールでは従来構造の適用は不可能である。

【0015】それ故に本発明の課題は、基板上に光素子と光導波路とを実装し光学的な結合を行う光モジュールにおいて、光素子の実装位置を基準面に対し高精度かつ無調整で実装しうる光素子の実装構造を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、光軸線に対して平行な仮想線を含む実装面を有している基板と、該基板に実装されるとともに前記実装面に対向する設置面を有している光素子とを具備し、前記光素子に接続するよう所定間隔をもって前記実装面上に配した複数の第1の電極と、該第1の電極に一对一に対向するよう前記設置面に配した複数の第2の電極と、前記第1の電極及び前記第2の電極間を相互に接続した複数の第1の接続子とを有している光素子の実装構造において、前記光素子は前記第2の電極に所定間隔をもって前記設置面上に形成した導波路を有し、該導波路の前記設置面の一部には第3の電極が設けられており、前記前記実装面には前記第3の電極に対向する第4の電極が設けられており、前記第3及び第4の電極間を相互に接続した第2の接続子とを有し、さらに前記光素子の第2及び第3の電極、前記導波路を除く前記実装面の所定位置には前記設置面を当接して前記光素子を実装するよう突出している突起部を有していることを特徴とする光素子の実装構造が得られる。

【0017】また、本発明によれば、光軸線に対して平行な仮想線を含む実装面を有している基板と、該基板に実装されるとともに前記実装面に対向する設置面を有している光素子とを具備し、前記光素子に接続するよう所定間隔をもって前記実装面に配した第1の電極と、該第1の電極に対向するよう前記設置面に配した第2の電極と、前記第1の電極及び前記第2の電極間を相互に接続した接続子とを有している光素子の実装構造において、前記光素子は前記設置面に平行に対向して対向面に第3の電極を有し、前記実装面には前記設置面を当接して前記光素子を実装するよう突出している突起部を有し、前記第2の電極を除く前記設置面に前記突起部が対向して配されていることを特徴とする光素子の実装構造が得られる。

【0018】



【作用】本発明の光素子の実装構造は、基板上の光素子が、基板上に形成した突起部による突起構造を有しており、前記突起部に光素子を接触させて実装することによって実装精度を確保している。

【0019】基板への光素子の実装は、赤外線透過光を用いマークにより平面の位置あわせをした後、接続子を溶融させ突起部を光素子の設置面に接触させて行う。

【0020】

【発明の実施の形態】図1乃至3は、本発明の光素子の実装構造の第1の実施の形態例を示している。図1は導波路型の受光モジュールを示している。図2は導波路型の受光素子の実装面側を示している。図3は基板の実装面を示している。

【0021】図1乃至図3を参照して、光素子の実装構造は、基板1と、この基板1に実装されている光素子3とを備えている。基板1は光素子3を実装するよう光軸線Iに対して平行な仮想線を含む実装面1aを有している。光素子3は実装面1aに対向している設置面3aを有している。

【0022】図2にもっともよく図示されているように、実装面1aには光素子3に接続するよう光軸線I方向に長い帯状にかつ互いに所定間隔をもって配した一対の第1の電極5が設けられている。また、図2にもっともよく図示されているように、設置面3aには第1の電極5に一対一に対向するよう配した一対の第2の電極7が設けられている。第1の電極5及び第2の電極7間には、これらを相互に接続した複数の第1の接続子9を有している。

【0023】光素子3は第2の電極7に所定間隔をもって設置面3aに形成した光導波路（発光部）11を有している。光導波路11の設置面3aの一部には第3の電極13が設けられている。さらに、基板1の実装面1aには第3の電極13に対向する第4の電極15が設けられている。第3及び第4の電極13、15間にはこれらを相互に接続した第2の接続子18が設けられている。また、第2及び第3の電極13、15間には溝部21が形成されている。

【0024】第1及び第4の電極5、15、光素子3の光導波路11に対向する部分を除く実装面1aの所定位置には、設置面3aを当接して光素子3を実装するよう突出している一対の突起部19が設けられている。第1の実施の形態例における突起部19はSiO<sub>2</sub>膜であって、基板1はSi基板を用いている。

【0025】突起部19のそれぞれは第2の電極7、第3の電極13を除く設置面3aに対向しており、第1の電極5の両外側に配されて設置面3aに接触している。

【0026】光素子3は設置面3a及び光軸線Iに直角な対向面3bを有している。実装面1aには対向面3bの近傍で対向面3bに平行なストッパ溝部23と、ストッパ溝部23から光軸線I方向にのびて光ファイバのよ

うな光伝送部材25を位置決めするための断面V形状の位置決め溝部29とが形成されている。ストッパ溝部23は光伝送部材25の端面の一部を突き当て光軸線I方向への移動を阻止する溝壁23aを有している。

【0027】第1の実施の形態例における光素子3は導波路型受光素子であり、半絶縁性InP基板を用いてMBEにより導波路11、設置面3aを形成したものである。第1乃至第4の電極5、7、13及び15はアロイ電極上にTiPtAu膜を形成しAuメッキを施している。第1及び第2の接続子9、18はAuSnハンダを用いている。

【0028】実装面1a及び設置面3aのそれぞれには、光素子3を実装面1aの所定位置に位置決めするための複数のマーク31a、31bが施されている。マーク31a、31bは第1の電極5及び第2の電極7の一部に設けられている。

【0029】基板1へ光素子3を実装するには、赤外線透過光を用いマーク31a、31bにより平面の位置あわせをした後、AuSnハンダである第1及び第2の接続子9、18deを溶融させ第1乃至第4の電極5、7、13及び15のそれぞれの間を相互に接続するとともに一対の突起部19と設置面3aとを接触させる。

【0030】光素子1では、この光素子3の中心に位置する光導波路11に機械的な応力がかかることを避けるため、光導波路11近辺には物理的な接触がないように突起部19と光導波路11との間に溝部21を形成して所定距離に設定している。

【0031】図1に示したように、光軸線Iの垂直方向位置は基板1の表面が実装面1aとなる。従って、基板1上での光素子3の光軸垂直方向の実装精度は、突起部19の成膜精度と光素子3を形成する結晶成長の制御精度とで決定される。

【0032】突起部19は一般的なCVDもしくはスパッタで形成するが、膜厚の設計を的確に行うことによって数百オングストロームオーダでの制御が可能である。また、光素子3の光導波路11及び実装面1aの精度は数十オングストロームオーダで制御可能である。すなわち、基板1の実装面1aから光導波路11までの位置精度は、サブμmオーダまで容易に実現可能である。

【0033】図1に示した構造で受光モジュールを製造して光伝送部材25から光を入力し受光特性を評価した結果、光伝送部材25を最適位置に調整した場合と比べて量子効率にして2%程度低いだけであった。このことから、光伝送部材25と光導波路11との位置ずれの総和は十分1μm以下であり、光軸垂直方向の精度は十分サブμmであった。

【0034】図4乃至図6は、半導体レーザなど放熱を十分に取る必要がある光素子を実装する場合の光素子の実装構造の第2の実施の形態例を示している。なお、基板と光伝送部材とは、第1の実施の形態例と同じもので

あるため同じ符号を付して詳細な説明を省略する。

【0035】図4乃至図6を参照して、光素子の実装構造は光素子53に接続するよう所定間隔をもって実装面1aに配した第1の電極45と、第1の電極45に対向するよう光素子53の設置面53aに配した第2の電極55と、第1の電極45及び第2の電極55間を相互に接続した接続子71とを有している。

【0036】光素子53は設置面53a及び光軸線Iに直角な対向面53bと、設置面53aに平行に対向して電極形成面53cとを有している。電極形成面53cには第3の電極57が形成されている。第3の電極57は電極形成面53cの中央部で光軸線I方向へのびている部分と光軸線Iに対して直角な方向へのびている部分とによって構成されている。

【0037】実装面1aには設置面53aを当接して光素子53を実装するよう突出している複数の突起部65を有している。第2の電極55を除く設置面53aには突起部65が対向して配されている。突起部65は複数の突起から形成されており、第2の電極55を除く設置面53aに対向している。第1の電極45の一部45aは光素子53の外側へのびている。

【0038】第2の実施の形態例における光素子3は半導体レーザ素子を用いている。その他、第1及び第2の電極45、55、接続子71は第1の実施の形態例に示したものと同一材料のものを用いている。

【0039】実装面1a及び設置面53aのそれぞれには、光素子53を実装面1aの所定位置に位置決めするための複数のマーク67a、67bが施されている。マーク67a、67bは第1の電極45及び第2の電極55の一部に設けられている。

【0040】光素子53の実装面53a側では、実装面53aを除いて放熱を取るためにほぼ全面に第2の電極55が形成されている。これを基板1の実装面1aに実装することで、広面積でAuSnハンダである接続子71を介して基板1との接続が可能となり十分な放熱が行える。光軸線Iに対して垂直方向の位置は、突起部65と設置面53aを接触させて実装することでサブμmオーダーの精度が確保できる。

【0041】しかも、それぞれの角を接触点としているため、基板1の平面や光軸に対する角度ずれも生じない。また、本構造において接続子71は突起部65で保持されている光素子53の第2の電極55と基板1の実装面1aに設けられている第1の電極45との隙間に入り込む充填剤として作用するため、光素子53の光導波路(発光部)59に直接機械的な応力が作用することはない。

【0042】図4に示す構造を用いて半導体レーザモジュールを製造し光伝送部材25からの光出力を評価した結果、光伝送部材25を最適位置に調整した場合と比べて光出力は0.5dB程度低いだけであった。このこと

から、光伝送部材25と光導波路59の位置ずれの総和は十分1μm以下であり、光軸垂直方向の精度は十分サブμmであった。

【0043】

【発明の効果】以上、実施の形態例によって説明したように、基板への光素子の実装は、マークにより平面の位置あわせをした後、接続子を溶融させ突起部と光素子の設置面とを接触させて行う構成としたことから、各実装の基準を高精度に制御可能な結晶面を有効に利用しているため、実装面に対する光軸垂直方向の実装精度がサブμmオーダーで実現できる。

【0044】また、機械的応力に弱い光導波路層や発光部分の近辺を避け実装面を外縁部に設定できるので生産性が良く、かつ高性能、高信頼な光素子の実装構造を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態例である光素子の実装構造を備えた導波路型受光モジュールを示す斜視図である。

【図2】図1に示した受光モジュールの基板部分を示した斜視図である。

【図3】図1に示した受光モジュールの光素子を示した斜視図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態例である光素子の実装構造を備えた導波路型受光モジュールを示す斜視図である。

【図5】図4に示した受光モジュールの基板部分を示した斜視図である。

【図6】図4に示した受光モジュールの光素子を示した斜視図である。

【図7】従来の光素子の実装構造における従来技術を示した斜視図である。

【図8】図7に示した光素子の実装構造における他の従来技術を示した斜視図である。

【図9】図8に示した光素子の実装構造の断面図である。

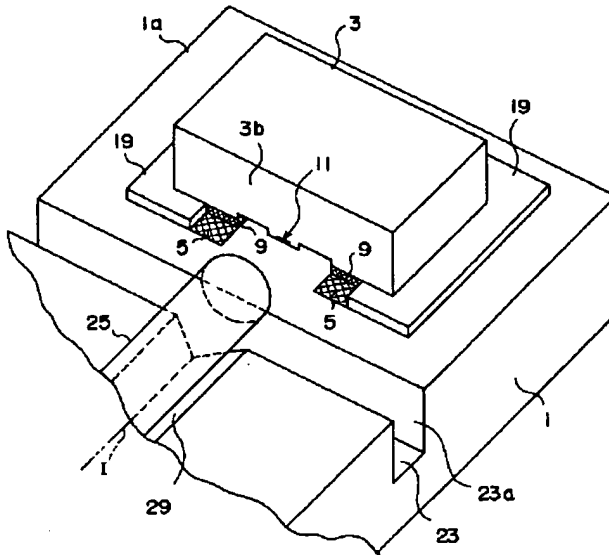
【符号の説明】

- 1 基板
- 1a 実装面
- 3, 53 光素子
- 3a, 53a 設置面
- 5, 45 第1の電極
- 7 第2の電極
- 9 第1の接続子
- 11 光導波路
- 13, 55 第2の電極
- 15 第4の電極
- 18 第2の接続子
- 19, 65 突起部
- 23 ストッパー溝部

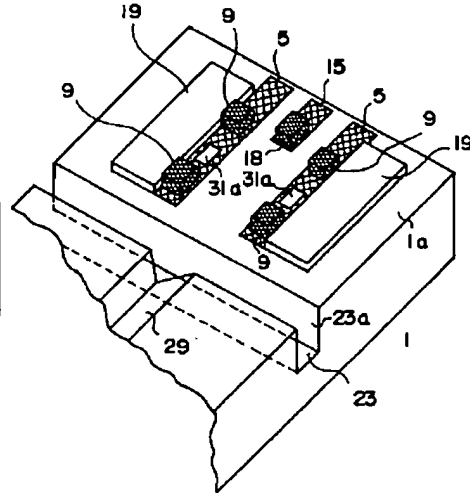
9  
25 光伝送部材  
29 位置決め溝部  
31a, 31b, 67a, 67b マーク  
101 半導体レーザー素子  
103 接続子

10  
104a, 104b 電極  
105, 109 凸部  
106 光素子実装基板  
107 光導波路

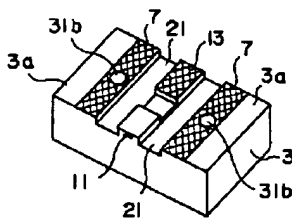
【図1】



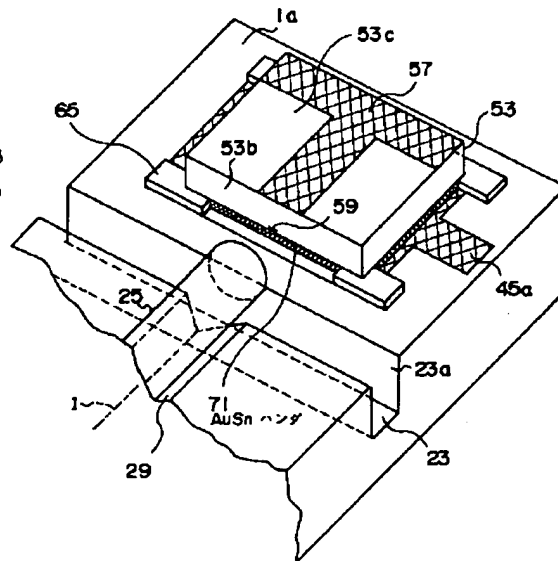
【図2】



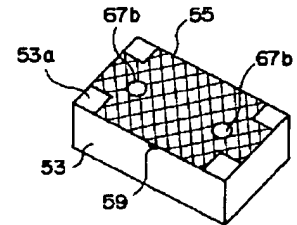
【図3】



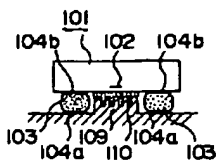
【図4】



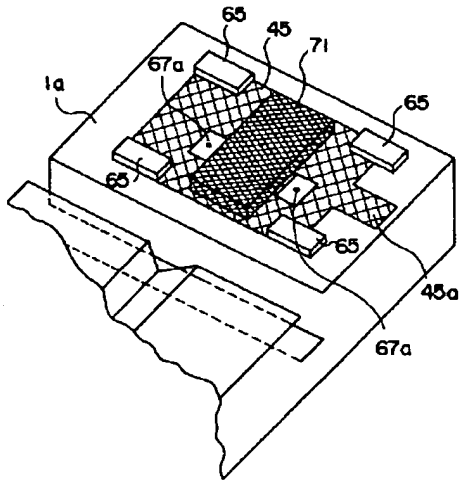
【図6】



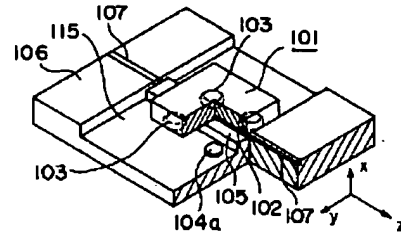
【図9】



【図5】



【図7】



【図8】

